

# **ЕЛЕКТРОННО-МІКРОСКОПІЧНІ ТА РЕНТГЕНОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАЛІ 15Х11МФ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ШВИДКОСТІ НАГРІВУ ПІД ЧАС ВІДПУСКУ**

**Вуєць О.Є., Григор'єва С.В.**

***Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Робота присвячена комплексному дослідженню впливу термічної обробки (відпуску) зі швидкісним нагріву струмами високої частоти (СВЧ) за допомогою просвічуючої електронної мікроскопії (ПЕМ) та рентгенографічного аналізу.

Методика дослідження полягає в проведенні як стандартної пічної, так і швидкісної термообробки (загартування та відпуску в інтервалі 300-800 °С) сталі 15Х11МФ; дослідженні субструктури за допомогою рентгеноструктурного аналізу та фазового складу за допомогою рентгенофазового аналізу; дослідженні структури за допомогою електронної мікроскопії (растрової та просвічуючої).

Електролітичне полірування було здійснено на установці TenuPol – 5. ПЕМ отриманих зразків проводилась на електронному мікроскопі JEOL JEM-2100 при прискорюючій напрузі 200 кВ з приставкою для визначення елементного складу локальних ділянок методом рентгенівської енергодисперсійної спектроскопії (EDS). За допомогою ПЕМ були отримані світлопольні та темнопольні зображення, отримані електронограми з заданих місць, темнопольні зображення в певних рефlekсах.

Рентгеноструктурний аналіз показав, що застосування високої швидкості нагріву в процесі відпуску приводить до отримання такого структурного стану в сталі, що в порівнянні зі звичайним пічним відпуском характеризується більш високими значеннями мікродеформації кристалічної ґратки, щільності дислокацій і більш високим ступенем дисперсності когерентних областей.

За допомогою ПЕМ показано, що відпуск з високими швидкостями нагріву, зокрема через відсутність витримки при температурі відпуску, приводить до затримки процесів коалесценції та коагуляції карбідів. Через це, в порівнянні з відпуском в печі, розмір карбідних виділень після відпуску СВЧ менший майже у декілька разів.

Поєднання рентгенофазового аналізу та ПЕМ дало змогу визначити фазовий склад сталі після відпуску як в печі, так і за допомогою СВЧ.

Отже, проведені дослідження по виявленню особливостей структури та фазового складу сталі після відпуску СВЧ, в порівнянні з пічним, виявили краще співвідношення показників субструктурних характеристик, більш дисперсний розмір структурних складових, а, отже, і співвідношення показників твердості та пластичності в сталі 15Х11МФ, забезпечуючи тим самим високий запас стійкості сталі в умовах крихкого руйнування.